Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 13, No. 4, Oct- Nov 2017, p. 575-583

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 13، شماره 4، مهر- آبان 1396، ص. 583-575

تاثیر صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز بر خواص کیفی نان باگت بدون گلوتن بر پایه مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد سیب‌زمینی

سارا موحد[1]*- الهام کاکایی[2]- حسین احمدی چناربن[3]

تاریخ دریافت: 1394/07/17
تاریخ پذیرش: 1395/09/28

چکیده

مصرف گلوتن در برخی افراد از جمله بیماران سلیاکی، باعث آسیب جدی به مخاط روده کوچک شده که نتیجه آن کاهش جذب مواد مغذی، کاهش وزن، نفخ شکم و افسردگی می‌باشد. طبق تحقیقات انجام شده، استفاده از رژیم غذایی بدون گلوتن، مهم‌ترین روش درمان سلیاک محسوب می‌گردد. در این راستا در پژوهش حاضر، بهبود خواص کیفی نان باگت تولید شده از آرد ذرت و آرد سیب‌زمینی، با افزودن صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز در چهار سطح (0/25 ، 0/5 ، 0/75 و 1 درصد وزنی- وزنی بر پایه آرد) مورد نظر بود. با توجه به نتایج، تیمار حاوی 1 درصد صمغ، از بیشترین و تیمار شاهد (فاقد صمغ مذکور) از کمترین مقدار رطوبت و فیبر برخوردار بودند. ضمن آن‌که از لحاظ درصد پروتئین و خاکستر تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. همچنین با افزایش صمغ، میزان بازدهی خمیر و حجم نان در تیمارها نسبت به شاهد افزایش اما بازدهی نان کاهش یافت. با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی ویژگی‌های حسی نمونه‌های نان باگت بدون گلوتن، تیمارهای حاوی 1 درصد صمغ HPMC از بهترین امتیاز برخوردار بودند. همچنین با توجه به نتایج آزمون بیاتی به روش حسی و دستگاهی، در فواصل زمانی 24، 48 و 72 ساعت پس از پخت، تیمار حاوی 1 درصد صمغ HPMC دارای کمترین و شاهد دارای بالاترین میزان بیاتی بودند.

واژه های کلیدی: سلیاک، نان بدون گلوتن، صمغ، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، آرد سیب‌زمینی، آرد ذرت.

مقدمه

آردگندم به‌عنوان بهترین آرد در فرآیند تولید نان محسوب می‌شود زیرا وجود گلوتن، شرایط عمل‌آوری خمیر، تخمیرخمیر، کیفیت خمیر و به‌ویژه حجم نان را مطلوب می‌سازد (Daglioglu and Tsan, 2003). مصرف گلوتن در برخی افراد ازجمله بیماران سلیاکی سبب التهاب روده کوچک شده که در نتیجه موجب جذب ناقص مواد ضروری از قبیل آهن،کلسیم و ویتامین‌های محلول در چربی می‌شود (Korus *et al.*, 2009). بیماری سلیاک نوعی ناراحتی مزمن روده‌ای است که با سوء جذب مواد غذایی در روده کوچک، پس از مصرف مواد حاوی گلوتن شامل گندم، جو، جو دوسر و چاودار ایجاد می‌شود. بدین معنی که بیمار نمی‌تواند غذاهای دارای پروتئین گلوتن را مصرف نماید. از عوارض بیماری سلیاک می‌توان به اختلال در واکنش‌های ایمنی، سوء هاضمه، عدم جذب مواد غذایی و ویتامین‌ها، پوکی استخوان، مشکلات عصبی، بیماری صرع و افسردگی اشاره‌کرد (Hernandez and Green, 2006). مهم‌ترین روش درمان بیماری سلیاک، استفاده از رژیم غذایی فاقد گلوتن می‌باشد. ضمن آن‌که بایستی مشتقات غلاتی نظیر گندم، جو و چاودار از رژیم غذایی آن‌ها حذف و با غلاتی نظیر ذرت، برنج و آرد سایر غلات فاقد گلوتن جایگزین گردد (Haboubi *et al.*, 2006; Mary and Niewinski, 2008). نان‌های بدون گلوتن، نان های رژیمی هستند که برای تغذیه بیماران مبتلا به سلیاک به ویژه کودکان ضروری بوده و در تهیه آن‌ها به جای آرد گندم، چاودار، جو، و یولاف از مواد نشاسته‌ای (ذرت، سیب‌زمینی و برنج) و آرد سایر غلات (ارزن، کاساوا، ذرت وگندم سیاه) که فاقدگلوتن هستند، همراه با افزودنی‌هایی مثل صمغ‌ها، آنزیم‌ها، پروتئین‌ها (سویا، تخم‌مرغ و شیر) استفاده می‌شود (Korus *et al.*, 2009). آرد ذرت یکی از جایگزین‌های مناسب آرد گندم در تهیه نان و محصولات پخت بوده که از ارزش غذایی بالا برخوردار است و به

---

1 و 2- به‌ترتیب دانشیار، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد ، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین.
3-استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد ورامین - پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران
(* - نویسنده مسئول: (Email: movahhed@iauvaramin.ac.ir
DOI: 10.22067/ifstrj.v1395i0.50478

دلیل فقدان گلوتن، برای مبتلایان به بیماری سلیاک مناسب می‌باشد (Cheryan, 2001). از لحاظ ارزش غذایی، آرد ذرت شامل مقادیر زیادی مواد معدنی نظیر پتاسیم، فسفر، روی، کلسیم، آهن و برخی ویتامین‌ها مثل تیامین، نیاسین، E، B_6، پروتئین زئین می‌باشد (Sabanis and Tzia, 2009). آرد سیب‌زمینی یکی دیگر از بهترین جایگزین‌های آرد گندم در تولید نان بوده و سازگاری مناسبی با آن دارد و امروزه نه تنها در تولید نان بلکه در تولید سایر محصولات پخت نظیر کراکر سیب‌زمینی، برخی شیرینی‌ها، کیک‌ها، کلوچه‌ها، دونات‌ها و سس‌ها استفاده می‌شود. افزودن آرد سیب‌زمینی به فرمولاسیون باعث بهبود کیفیت، افزایش میزان نگهداری آب، حفظ تازگی، ایجاد طعم خوشایند، بهبود فرآیند تخمیر و بالا بردن ارزش غذایی محصول می‌گردد (Kototi and Deka, 2010). هیدروکلوئیدها دسته‌ای از افزودنی‌ها می‌باشند که به‌طور گسترده در صنعت غذا مورد استفاده قرار می‌گیرند و عموماً به نام صمغ معروف هستند. هیدروکلوئیدها به‌علت داشتن اثرات مطلوب بر روی قابلیت پذیرش محصولات غذایی، معمولاً به محصولات دارای نشاسته و بدون گلوتن افزوده می‌شوند (Kahajdova and Karovicova, 2009). هیدروکلوئیدها در فرمولاسیون نان‌های بدون گلوتن به‌عنوان اجزاء پلیمری عمل کرده و در آب متورم شده و ساختاری معادل شبکه گلوتن در خمیر گندم، ایجاد می‌کنند و در نتیجه ویژگی‌های ویسکوالاستیک گلوتن در خمیر نان گندم را تأمین می‌نمایند (Marco *et al.*, 2008). یکی از پر مصرف‌ترین صمغ‌ها در صنایع غذایی و نانوایی، هیدروکسی‌پروپیل متیل سلولز(HPMC) می‌باشد (Demappa *et al.*, 2008; Rosell *et al.*, 2001). مطالعات نشان داده که کاربرد HPMC در محصولات نانوایی، میزان سخت شدن بافت نان را به تعویق انداخته و نیز در مقابل کاهش حجم خمیر از محصول محافظت می‌نماید (Rosell *et al.*, 2005). راسل و گوجرال (2004) تاثیر صمغ HPMC را بر کیفیت نان برنج بررسی و گزارش نمودند که با کاهش مصرف HPMC مقاومت خمیر کاهش و در حضور آن، ضمن افزایش ویژگی مذکور ، میزان جذب آب خمیر افزایش می‌یابد (Rosell & Gujral, 2004). راسل و بارسناس (2005) طی مطالعاتی عنوان نمودند که HPMC در به تعویق انداختن رتروگراداسیون آمیلوپکتین و جلوگیری از بیاتی محصولات نانوایی نقش دارد (Rosell & Barcenas, 2005). حال با توجه به موارد مطرح شده، تحقیق حاضر به‌منظور تولید نان باگت با مخلوطی مساوی از آرد ذرت و آرد سیب‌زمینی به‌همراه صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز انجام شد و در این راستا تاثیر افزودن سطوح مختلفی از صمغ مذکور بر خواص کیفی نان‌های باگت تولید شده مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

ابتدا مواد اولیه جهت انجام فرآیند پخت نان‌های باگت، شامل آرد ذرت و آرد سیب‌زمینی (کارخانه تولیدکننده‌ی آردهای مذکور، با نام تجاری برتر، که در کیلومتر 70 جاده قدیم تهران- ساوه و در شهرک پرندک قرار دارد)، صمغ HPMC (شرکت پترو پارس نوین)، مخمر نانوایی(شرکت ایران ملاس)، نمک (شرکت هدیه) و کیسه‌های پلی‌اتیلنی به‌منظور بسته‌بندی نان‌های باگت، تهیه شدند. تیمارها شامل مخلوط مساوی از آرد ذرت و آرد سیب‌زمینی به‌همراه 0/25، 0/5، 0/75 و 1 درصد، صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز بودند. در کلیه آزمون‌ها، نمونه شاهد (حاوی مخلوط مساوی از آرد ذرت وآرد سیب‌زمینی اما بدون صمغ) با کد C و نمونه‌های دارای 0/25، 0/5، 0/75 و 1 درصد صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز به‌ترتیب با کدهای H_1، H_2، H_3 و H_4 مشخص شدند. آزمون‌های شیمیایی مختلفی نظیر اندازه‌گیری رطوبت (طبق استاندارد بین‌المللی AACC به شماره 16-۴۴،۲۰۰۳)، خاکستر(AACC به شماره 01- 08، 2003) ، پروتئین (AACC به شماره 46-12، 2003)، فیبر (AACC به شماره 10-32، 2003) و pH (AACC به شماره 52-2، 2003) بر روی نمونه‌های آرد ذرت و آرد سیب‌زمینی انجام شد و پس از پخت نان‌های باگت، این آزمون‌ها بر روی نان‌ها نیز انجام گردید. بازدهی خمیر و نان هم طبق رابطه‌های 1 و 2 محاسبه شدند تا قدرت خمیر و درصد تخلخل و پوکی نان تعیین گردد (Anonymous, 2003).

$$RD = (W_D/W_F) \times 100 \qquad (1)$$

که در آن:

RD: بازده خمیر (٪) ، W_D: وزن خمیر (آرد + کلیه مواد افزودنی) (g) و W_F: وزن آرد (g) بودند.

$$RB = (W_B/W_F) \times 100 \qquad (2)$$

که در آن:

RB: بازده نان (٪) ، W_B: وزن نان (آرد + کلیه مواد افزودنی) (g) و W_F: وزن آرد (g) بودند.

به‌منظور ارزیابی ویژگی‌های ارگانولپتیکی نمونه‌های نان باگت، از آزمون هدونیک استفاده گردید. در این راستا تجزیه و تحلیل خصوصیات نان با کاربرد حواس پنجگانه صورت پذیرفت که ملاک عمل، نظر و تمایل شخصی افراد متخصص و آموزش دیده نسبت به محصول بود. در این تحقیق، نمونه‌های نان پس از خنک شدن، کدگذاری شدند و توسط 10 ارزیاب آموزش دیده مورد بررسی قرار گرفتند. ارزیابی در روز اول پخت، بر اساس ویژگی‌های نان نظیر (حجم، رنگ پوسته، عطر و بو، حفره‌ای و دانه‌ای بودن، یکنواختی پشت و بافت) صورت گرفت که هریک بنا بر اهمیت، از امتیاز خاصی برخوردار بودند. آزمون بیاتی به روش حسی در فواصل زمانی 24، 48 و 72 ساعت پس از پخت درکلیه نمونه‌های نان باگت بدون گلوتن

انجام پذیرفت. برای تعیین حجم نمونه‌های نان از روش هنری سایمون استفاده گردید. این دستگاه شامل سه قسمت، تحتانی (محفظه‌ای که دانه‌های کلزا برای صفر کردن و اندازه‌گیری در آن ریخته می‌شود)، میانی یا گردن (برج مندرجی که هر درجه آن 25 سانتی‌متر مکعب است) و فوقانی (محفظه مربع شکل درب‌دار جهت ریختن دانه‌های کلزا) می‌باشد. برای انجام آزمایش نمونه نان توزین و داخل ظرف قرار داده شد سپس فضای خالی ظرف توسط دانه‌های کلزا پر گردید. در ادامه نان خارج و حجم دانه‌های کلزا یادداشت شد. از اختلاف حجم کل و حجم دانه‌های کلزا، حجم نان به‌دست آمد. آن‌گاه با تقسیم حجم به‌دست آمده به وزن نمونه بر حسب گرم، حجم مخصوص نان بر حسب میلی‌لیتر بر گرم محاسبه‌گردید (Anonymous, 2003). به‌منظور ارزیابی میزان بیاتی (بافت‌سنجی) نمونه‌های نان به روش دستگاهی، از دستگاه اینستران مدل 1140 مجهز به لودسل 5 نیوتنی و پروب استوانه‌ای با قطر 24 میلی‌متر و مطابق استاندارد (AACC به شماره 09- 74، 2003) استفاده گردید. در دستگاه مذکور سرعت حرکت فک متحرک 100 میلی‌متر در دقیقه در نظر گرفته‌شد. برای انجام آزمایش در فواصل زمانی 24، 48 و 72 ساعت پس از پخت، از قسمت مغز نمونه‌های نان، برش‌هایی به ابعاد 2×2 سانتی‌متر و ضخامت 25 میلی‌متر تهیه گردید و پس از استقرار در دستگاه، داده‌های حاصل از مقدار نیروی اعمال شده بر آن‌ها قرائت شد. قابل توجه این‌که میزان فشردگی اعمال شده مطابق روش استاندارد مذکور معادل 40 درصد ضخامت نمونه‌ها بود (Anonymous, 2003).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمون‌ها (غیر از بیاتی به روش حسی و دستگاهی) از طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. اما برای آنالیز داده‌های حاصل از آزمون بیاتی به روش حسی و دستگاهی، از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی استفاده گردید همچنین کلیه مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال $\alpha = 1\%$ و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه 16 انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

ارزیابی نتایج حاصل از آزمون‌های شیمیایی آردها

با توجه به جدول 1، آرد ذرت (طبق استاندارد 8151) و آرد سیب‌زمینی (طبق استاندارد 6005) جهت تولید نان مناسب بودند.

جدول 1- نتایج آزمون ویژگی‌های شیمیایی آرد سیب‌زمینی و آرد ذرت مصرفی در تولید نان باگت بدون گلوتن

نوع ماده	رطوبت(٪)	خاکستر(٪)	پروتئین(٪)	فیبر (٪)	pH
آرد سیب‌زمینی	6/54	2/23	8/72	5/98	5
آرد ذرت	12/25	0/55	6/68	1/54	5/3

ارزیابی نتایج حاصل از آزمون بازدهی خمیر نمونه‌ها

با توجه جدول2، افزودن صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز باعث افزایش معنی‌دار بازدهی خمیر در نمونه‌های حاوی صمغ HPMC نسبت به شاهدگردید.

جدول 2- نتایج مقایسه میانگین درصد بازدهی خمیر در نمونه‌های نان باگت بدون گلوتن

ویژگی	H_4	H_3	H_2	H_1	C
درصد بازدهی خمیر	204/8± 1/36[a]	202/6±1/36 [ab]	198/7± 1/36 [b]	192/1 ± 1/36[C]	186/2± 1/36[d]

در هر ردیف میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال 1درصداختلاف معنی‌دار ندارند.

C: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی بدون صمغ، H_1: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب‌زمینی با 0/25 درصد صمغ، H_2: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب‌زمینی با 0/5 درصد صمغ H_3: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب‌زمینی با 0/75 درصد صمغ H_4: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب‌زمینی با 1 درصد صمغ

دلیل افزایش بازدهی خمیر در نمونه‌های حاوی صمغ در مقایسه با نمونه شاهد، حضور صمغ HPMC می‌باشد. به‌طور کلی صمغ‌ها ترکیباتی با طبیعت آب‌دوست هستند و همه آن‌ها با آب برهمکنش می‌دهند و سبب کاهش انتشار و پایداری حضور آب در سیستم می‌شوند. صمغ HPMC مصرفی در آب سرد محلول بوده و به سرعت با جذب آب، محلول‌های ویسکوز تولید نمود که نتیجه آن افزایش جذب آب خمیر و بالا رفتن درصد بازدهی خمیر بود (Rosell *et al.*, 2001).

ارزیابی نتایج حاصل از آزمون بازدهی نان نمونه‌ها

با توجه به جدول 3، افزودن صمغ HPMC باعث کاهش درصد میزان بازدهی نان‌های باگت بدون گلوتن حاوی صمغ نسبت به تیمار

شاهد شد. ضمن آن که تیمار شاهد و سپس H_1 دارای بیشترین (عدم تفاوت معنی‌دار با یکدیگر) و تیمار H_4 دارای کمترین میزان بـازدهی نان بودند ($P< 0/01$).

جدول 3- نتایج مقایسه میانگین درصد بازدهی نان در نمونه نان‌های باگت بدون گلوتن

ویژگی	H_4	H_3	H_2	H_1	C
درصد بازدهی نان	c1/87±158/3	b1/87±165/0	ab1/87±167/7	a1/87±172/3	a1/87±172/7

در هر ردیف میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال1درصداختلاف معنی دار ندارند

C:مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی بدون صمغ، H_1: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 0/25 درصد صمغ، H_2: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 0/5 درصد صمغ H_3: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 0/75 درصد صمغ H_4: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 1 درصد صمغ

دلیل کاهش بازدهی نان در نمونـه‌هـای حـاوی صـمغ، ماهیـت ساختاری صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز می‌باشد کـه توانـایی مناسبی در حفظ و نگهداری گاز دی‌اکسـید کـربن دارد. لـذا در ایـن تحقیق باعث ایجاد بافت پوک با تخلخل بالا گردید و در نهایت سبب تولید نان‌های سبک‌تر نسبت به تیمار شـاهد گشـت (Movahed *et al.*, 2011).

ارزیابی نتایج حاصل از آزمون‌های شیمیایی نمونـه‌هـای نـان باگت بدون گلوتن

با توجـه بـه جـدول 4، در میـزان خاکسـتر و پـروتئین اخـتلاف معنی‌داری مشاهده نشد که علت آن مربوط به ساختار صمغ مصرفی می‌باشد. در آزمایش بررسی میزان درصد رطوبت، بـا افـزودن صـمغ HPMC میزان رطوبت نمونه‌ها نسبت به تیمار شاهد (C) به‌طور کمی افزایش یافت که دلیل آن بالا بودن ظرفیت نگهداری آب در ساختار صمغ مصرفی می‌باشـد (Marco *et al.*, 2008). همچنـین افـزودن صمغ HPMC، سبب افزایش میزان فیبر در نمونه‌های حاوی صمغ در مقایسه با تیمار شاهد گردید که دلیل آن ساختار صمغ مصرفی اسـت که نوعی فیبر محلول محسوب می‌شود (Rosell *et al.*, 2005).

جدول 4- نتایج مقایسه میانگین داده‌های حاصل از آزمون شیمیایی در نمونه‌های نان باگت بدون گلوتن (برحسب درصد)

تیمار	رطوبت	خاکستر	پروتئین	فیبر
H_1	30/43 ±0/12[c]	1/82 ± 0/11[a]	6/73 ± 0/01 [a]	**3/05 ± 0/02[c]**
H_2	30/71 ±0/12[c]	1/86 ± 0/11 [a]	6/72 ± 0/01 [a]	**3/09 ± 0/02[bc]**
H_3	31/77 ±0/12[b]	1/88 ± 0/11[a]	6/72 ± 0/01 [a]	**3/13 ± 0/02[b]**
H_4	32/23 ±0/12[a]	1/89 ± 0/11[a]	6/72 ± 0/01 [a]	**3/31 ± 0/02[a]**
C	30/53 ±0/12[c]	1/69 ± 0/11[a]	6/70 ± 0/01 [a]	**2/87 ± 0/02[d]**

درهر ستون میانگین هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال1درصداختلاف معنی‌دار ندارند.

C:مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی بدون صمغ، H_1: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 0/25 درصد صمغ، H_2: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 0/5 درصد صمغ H_3: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 0/75 درصد صمغ H_4: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 1 درصد صمغ

ارزیابی ارگانولپتیکی ویژگی‌های خارجی نان باگت بدون گلوتن

با توجه به جدول 5، افزودن صمغ HPMC باعث افزایش میزان حجم ظاهری و بهبود رنگ نمونه‌های نان باگت حاوی صمغ نسـبت به تیمار شاهد (C) گردید اما در ویژگی یکنواختی پشت نمونه‌های نان باگت بدون گلوتن اختلاف معنی‌داری مشاهده نشـد. دلیـل افـزایش حجم ظـاهری در نمونـه‌هـای نـان باگـت حـاوی صـمغ، خاصـیت هیدروفیلی صمغ‌ها می‌باشد که به‌واسطه افـزایش ویسـکوزیته سـبب بهبود نگهداری گاز در خمیر و نان می‌شوند (Rosell *et al.*, 2001). دلیل بهبود رنگ پوسته در نمونه‌های نان باگت حاوی صمغ، افزایش واکنش قهوه‌ای شدن در اثر افزودن صـمغ مـی‌باشـد. زیـرا افـزودن هیدروکلوئیدها با تاثیر بر توزیع آب و افزایش واکنش بین ترکیب ازتی گلیکوزیل آمین و قندهای احیاکننده شدت واکـنش قهـوه‌ای شـدن میلارد را افزایش می‌دهند (Lazaridou *et al.*, 2007).

ارزیابی ارگانولپتیکی ویژگی‌های داخلی نمونه‌های نـان باگـت بدون گلوتن

با توجه به نتایج جدول 6، افزودن صمغ HPMC در سطح 0/75 و 1 درصد وزنی/ وزنی تاثیر مثبتی در ویژگی‌های داخلی نان باگـت داشت.

دلیل افزایش تخلخل نان‌های باگت حاوی صمغ و بهبود حفره‌ای

و دانـه‌ای بـودن آن‌هـا، توانـایی صـمغ HPMC در نگهـداری گـاز دی‌اکسید کربن و افزایش حجم نان‌های تولیدی می‌باشد و همچنین صمغ مذکور به علت جذب آب از خشکی و سـفت شـدن بافـت نـان جلوگیری می‌کند (Rosell *et al.*, 2005). ویژگی صفت عطر وبو در نان به واکنش کاراملیزاسیون و مایلارد وابسته است، در نتیجه امتیاز عطر و بو در نان‌هایی که واکنش‌های قهوه‌ای شدن در آن‌ها به میزان مناسب صورت گرفت، افزایش پیدا نمود و چون صمغ‌هـا در افـزایش واکنش قهوه‌ای شدن مایلارد مؤثر هستند لذا بر روی عطر و بوی نان تولیدی اثر مطلوب داشتند. همچنین افـزایش صـمغ مصـرفی سـبب کاهش خشکی، بهبود تازگی و نرمی بافت نان‌ها گردید که دلیل آن برهمکنش هیدروکلوئیدها با آب و کاهش انتشار آب در خلال پخت و نگهداری بود در نتیجه تاثیر مطلوبی بر بافت نان گذاشت (Rosell *et al.*, 2001).

جدول 5– نتایج مقایسه میانگین ویژگی‌های ارگانولپتیکی خارجی نان باگت بدون گلوتن

تیمار	حجم	رنگ پوسته	یکنواختی پشت
H_1	7 ± 0/39 [ab]	6/33 ± 0/37 [b]	2/66 ± 0/3 [a]
H_2	8 ± 0/39 [a]	6/66 ± 0/37 [b]	2/33 ± 0/3 [a]
H_3	8 ± 0/39 [a]	6/33 ± 0/37 [b]	2/33 ± 0/3 [a]
H_4	8/33 ± 0/39 [a]	8 ± 0/37 [a]	2/66 ± 0/3 [a]
C	6 ± 0/39 [b]	6 ± 0/37 [b]	2 ± 0/3 [a]

درهر ستون میانگین هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال1درصداختلاف معنی دار ندارند.

C: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی بدون صمغ، H_1: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 0/25 درصد صمغ، H_2: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 0/5 درصد صمغ H_3: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 0/75 درصد صمغ H_4: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 1 درصد صمغ

جدول6– نتایج مقایسه میانگین ویژگی‌های ارگانولپتیکی داخلی نان باگت بدون گلوتن

تیمار	حفره‌ای و دانه‌ای بودن	عطر و بو	بافت
H_1	7/33 ± 0/21 [b]	7/66 ± 0/49 [b]	**11/33 ± 0/52 [a]**
H_2	7 ± 0/21 [b]	8/33 ± 0/49 [a]	**11 ± 0/52 [a]**
H_3	8 ± 0/21 [a]	9 ± 0/49 [a]	**11 ± 0/52 [a]**
H_4	8 ± 0/21 [a]	9 ± 0/49 [a]	**11/67 ± 0/52 [a]**
C	6/33 ± 0/21 [c]	8 ± 0/49 [b]	**10/67 ± 0/52 [b]**

درهر ستون میانگین هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال1درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

C:مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی بدون صمغ، H_1: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 0/25 درصد صمغ، H_2: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 0/5 درصد صمغ H_3: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 0/75 درصد صمغ H_4: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 1 درصد صمغ

ارزیابی نتایج میزان بیاتی به روش حسی در نمونه‌هـای نـان باگت بدون گلوتن

با توجه به نتایج جدول 7، طی 24 ، 48 و 72 ساعت پس از پخت نان‌های باگت بدون گلوتن، ارزیاب‌های حسی بالاترین امتیاز در حفظ تازگی بافت نان و در واقع تاخیر در بیاتی را بـه تیمارهـای H_3 و H_4 (حاوی 0/75 و 1 درصد صمغ HPMC) دادند. دلیـل کـاهش میـزان بیاتی نمونه‌های نان باگت حاوی صمغ نسبت به نمونه شاهد، ماهیت ساختمانی و افزایش قابلیت آبگیری صمغ می‌باشد که باعث افـزایش مدت زمان نگهداری نمونه‌ها گردیده است (Rosell *et al.*, 2005).

ارزیابی نتایج حاصل از میزان بیاتی نمونه‌های نان بدون گلوتن به روش دستگاهی

با توجه به نتایج جدول 8، افزودن صمغ HPMC سـبب کـاهش میزان بیاتی در هر سه بازه زمانی 24، 48 و 72 ساعت پس از پخـت در نان‌های باگت حاوی صمغ در مقایسه با تیمار شاهد گردید ضـمن آن که در بازه زمانی 24 و 48 ساعت پس از پخت تیمار H_4 و سپس H_3 به‌ترتیب دارای کمترین و تیمار شاهد دارای بیشترین میزان بیاتی بودند. همچنین بین کلیه تیمارهای حاوی صمغ با تیمار شاهد (فاقـد

صمغ) تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید ($P< 0/01$).

دلیل کاهش میزان بیاتی نمونه‌های حاوی صمغ، حضـور صـمغ HPMC مصرفی بود که در افـزایش الاستیسـیته نـان‌هـای حاصـل نسبت به نان شاهد تاثیر داشت ضمن آن که با افزایش سطوح مصرف صمغ مذکور، از میزان بیاتی نان‌های تولیـدی کاسـته شـد لـذا مغـز نان‌های حاوی صمغ در مقایسه با نان شاهد نرم‌تر گردید (Marco *et al.*, 2008).

گلوتن

با توجه به جدول 9، افزودن صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز باعث افزایش میزان حجم نمونه‌های نان باگت حاوی صمغ نسبت به تیمار شاهد (C)گردید

دلیل افزایش حجم خاصیت هیدروفیلی صمغ مصرفی می‌باشد که در بهبود گسـترش خمیـر و نگهـداری گـاز CO_2 مـؤثر بـوده اسـت (Rosell *et al.*, 2001).

ارزیابی نتایج حاصل از آزمون حجم نمونه‌های نان باگت بدون

جدول 7- نتایج مقایسه میانگین تاثیر متقابل تیمار× زمان بر میزان بیاتی نان‌های باگت بدون گلوتن به روش حسی

زمان(h)	H_4	H_3	H_2	H_1	C
24	5/33 ± 0/26[a]	5 ± 0/26 [ab]	5 ± 0/26 [ab]	4/66 ± 0/26[b]	4/33 ± 0/26[bc]
48	5 ± 0/16 [ab]	4/66 ±0/16[b]	4/33 ±0/16[bc]	4 ±0/16[cd]	3/66 ±0/16[d]
72	4 ±0/21[cd]	4 ±0/21[cd]	3/66 ±0/21[d]	3/33 ±0/21[de]	3 ±0/21[e]

درهر ردیف میانگین هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال1درصداختلاف معنی‌دار ندارند.

C:مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی بدون صمغ، H_1: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 0/25 درصد صمغ، H_2: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 0/5 درصد صمغ H_3: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 0/75 درصد صمغ H_4: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 1 درصد صمغ

جدول 8- نتایج مقایسه میانگین تاثیر متقابل تیمار× زمان بر میزان بیاتی نان‌های باگت بدون گلوتن به روش دستگاهی (برحسب نیوتن)

زمان(h)	H_4	H_3	H_2	H_1	C
24	7/4 ±0/47[a]	8/4 ±0/47[b]	8/94 ±0/47[b]	18/45 ±0/47[f]	23/68 ±0/47[i]
48	8/363 ±0/47[a]	9/706 ±0/47[bc]	10/67 ±0/47[c]	19/02 ±0/47[g]	26/34 ±0/47[j]
72	15 ±0/18[e]	15/22 ±0/18[e]	13/69 ±0/18[d]	21/31 ±0/18[h]	28/31 ±0/18[k]

درهر ردیف میانگین هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال1درصداختلاف معنی دار ندارند.

C:مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی بدون صمغ، H_1: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 0/25 درصد صمغ، H_2: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 0/5 درصد صمغ H_3: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 0/75 درصد صمغ H_4: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 1 درصد صمغ

جدول 9- نتایج مقایسه میانگین میزان حجم درنمونه‌های نان‌های باگت بدون گلوتن (cm^3)

ویژگی	H_4	H_3	H_2	H_1	C
حجم	220/7±1/51[a]	213/3 ±1/51[b]	206 ±1/51[c]	195/3 ±1/51[d]	**182/3 ±1/51**[e]

درهر ردیف میانگین هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال1درصداختلاف معنی دار ندارند.

C:مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی بدون صمغ، H_1: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 0/25 درصد صمغ، H_2: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 0/5 درصد صمغ H_3: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 0/75 درصد صمغ H_4: مخلوط مساوی آرد ذرت و سیب زمینی با 1 درصد صمغ

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج آزمون شیمیایی، تیمارهای حاوی1 درصد صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز از بیشـترین میـزان رطوبـت و فیبـر نسبت به تیمار شاهد برخـوردار بودنـد. همچنـین میـزان خاکسـتر و پروتئین در نمونه‌های حاوی صمغ هیدروکسی پروپیل متیـل سـلولز نسبت به شاهد افزایش اندکی یافتند اما این تفاوت معنی‌دار نبـود. از سوی دیگر تیمار حاوی 1 درصد صمغ از بالاترین و شاهد از کمترین بازدهی خمیر برخوردار بودند. همچنین با افزایش صمغ میزان بازدهی نان نسبت به شاهد کاهش یافت. از سوی دیگر تیمارهـای حـاوی 1 درصد صمغ از بالاترین امتیاز ارگانولپتیکی نسبت بـه دیگـر تیمارهـا برخوردار بودند. همچنین با توجه به نتایج آزمون بیاتی به روش حسی و دستگاهی، در فواصل زمانی 24، 48 و 72 سـاعت پـس از پخـت، تیمار حاوی 1 درصد صمغ از کمترین و شاهد از بالاترین میزان بیاتی برخوردار بودند. همچنین تیمار حاوی 1 درصـد صـمغ از بـالاترین و

تیمار شاهد از کمترین حجم برخوردار بودند.

منابع

Anonymous, 2003, AACC Approved methods of analysis of the American association of Cereal Chemist (10th ed.). *American Association of Cereal Chemistry* , Inc.,St Paul.

Cheryan, M. and Shukla, R ., 2001, Zein: The industrial protein from corn. Industrial Crops and Products, 13, 171-192.

Chen , H ., Chen , M .,Lan , Kang, H ., 2009 , Maturation effetsin fish gelatin and HPMC composite gets, *Food Hydrocolloids* 23 , 1756- 1761

Daglioglu, O. and Tasan, M., 2003, Fatty acid composition of traditional fermented and unfermented Turkish corn bread with the emphasis on trans fatty acids. *European Food Research and Technology*, 217, 125-127.

Demappa, T., Chandralekha, F., Rao, K. P. and Illiger, S . R ., 2008, Miscibility studies of HPMC / PVA blends in water by viscosity , density , refractive index and ultrasonic velocity method. *Carbohydrate Polymers*, 74, 779- 782

Haboubi, N, Y.,Taylor, S. and Jones, S., 2006, Celiac disease and oats; a systematic review. *Postgrad Medicine Journal*, 82, 672- 678

Hermandez, L. and Green, P. H., 2006, Extraintestinal manifestaticns of celiac disease. Gastroenterology, 80, 383 -389

Kohajdova, Z . and Karovicova, J., 2009, Application of hydrocolloids az baking improvers. *Chemical Papers*, 63:26-38

Kotoki, D. and Deka, S. C., 2010, Baking loss of bread with special emphasis on increasing water holding capacity. *Journal of Food Science and Technology*, 47(1), 128-131.

Korus, J., Witezalk, M., Ziobro, R. and Juszczak, L., 2009, The impact of resistant starch on characteristics of gluten free dough and beard. *Food Hydrocolloids*, 23, 988- 995

Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Bele, N. and Billiaderis, C . G., 2007, Effects of hydrocolloids on dough Rheology and bread quality parameters in gluten free formulations. *Journal of Food Engineering*, 79, 1033-1047.

Marco, C. and Rosell, C. M., 2008, Breadmaking performance of protein enriched, gluten-free breads. *European Food Research Technology*, 227, 1205-1213.

Mary, M . and Niewinski, M. S., 2008, Advances in Celiac Disease and Gluten free Diet . *American Dietetic Association*, 108, 661- 672

Movahed, S. and Amadi Chenarbone, H., 2011, Evalution of organoleptic properties Iranian Lavash Bread . *World Applied Science Journal*, 15(7), 1054 - 1058

Rosell, C. M., Rojas, J. A. and Benedito de Barber, C., 2001, Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids*, 15: 75 -81.

Rosell, C. M. and Barcenas, M. E., 2005, Effect of HPMC addition on the microstructure, quality and aging of wheat beard. *Food Hydrocolloids*, 19:1037-1043.

Sabanis, D. and Tzia, C., 2009, Effect of rice , corn and soy flour addition on characteristics of bread produced from different wheat cultivars. *Food Bioprocess Technology*, 2: 68 -79

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 13, No. 4, Oct- Nov 2017, p. 575-583

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 13، شماره 4، مهر - آبان 1396، ص. 583-575

Effect of hydroxy propyl methyl cellulose gum on qualitative properties of free gluten baguette bread contain equal proportion of corn flour and potato flour

S. Movahhed[1*], E. Kakaei[2], H. Ahmadi Chenarbon[3]

Received: 2015.10.09
Accepted: 2016.12.18

Introduction: The most important treatment for celiac disease is a gluten-free diet throughout the lifetime of the patient. Corn flour is one of the alternatives for wheat flour in baking of bread and bakery products that are of high nutritional value and because of lack of gluten are suitable for people with celiac disease. Moreover, potato flour is one of the best wheat flour alternatives in bread-making and is consistent with that; and now, not only in production of bread but also in production of other bakery products. Hydrocolloids are a branch of additives which are widely used in food industry. One of the most widely used gum in food industry and bakery is hydroxy propyl methyl cellulose gum, which is a derivative of cellulose. Considering the above mentioned facts; the aim of this study was to prepate baguette bread with a mixture of equal parts of corn and potato flour with hydroxy propyl methyl cellulose gum. In this regard, the effect of different levels of gum on qualitative properties of produced baguette bread was investigated.

Materials and methods: Treatments included an equal mix of corn flour and potato flour with 0.25, 0.5, 0.75, 1% hydroxy propyl methyl cellulose gum were prepared. Different chemical tests such as moisture content determination, ash, proteins, fiber and pH measurement were performed on samples of corn and potato flour and after baking on baguettes bread. Yield of dough and bread was calculated in order to determine the strength of dough, porosity and hollow of bread. To evaluate the organoleptic characteristics of baguette bread samples, the analysis of properties of bread with the five senses were using. Staling test based on sense and instrument method at intervals 24, 48, 72 hours after baking was performed on all samples of gluten-free baguettes. Simon Henry method was used for determining the volume of the sample bread. In order to analyze the results of test, a completely randomized design with three replications was used and the means by Duncan's multiple range test, in probability level a=1% by SPSS software in 16 versions compared.

Results and discussion: According to results, addition of hydroxy propyl methyl cellulose gum causes yield of dough to increase significantly comparing to the control sample. Generally, gums are hydrophilic compoundsand usually they are interacting with water to reduce the spreadability and stability of the presence of water in the system. Also, adding HPMC gum, decreases yield percent of baguette gluten free bread comparing to contrl samples. Reason of diminishing returns of bread samples containing gum is structural nature of HPMC gum that is capable of properly maintaining carbon dioxide. But there was no significant difference in ash and protein that it was for structure of used gum. By adding HPMC gum, water content of samples in compared to C treatment increased due to the high water holding capacity of used gum. Also adding HPMC gum will increase the amount of fiber in samples containing gum compared to instance treatment. Moreover, HPMC gum increases the volume and improve the color appearance of baguette bread samples containing gum in compare to instance treatment (C) but there was no significant difference in uniformity characteristics of back of gluten-free baguettes samples. Its reason is because of gum hydrophilic property which by increasing the viscosity can keep gas in dough and bread. Color improvement of baguette bread samples containing gum is increasing browning reaction because of adding gum. According to the results, HPMC gum at level of 0.75 and 1% of weight had positive impact on internal characteristics of baguette. Increasing porosity of baguette bread containing gum and improving their hole and seeds shape is for gum ability to maintenance of carbon dioxide and increase bread volume, also this gum prevent dry and hardening of bread texture due to water absorption. Aroma of bread is depend on maylard and caramelization reaction, so scent in bread with suitable browning reactions, increased and as gums are effective in increasing browning reactions of maylard so has desired effect on bread aroma. Also more used gum, will reduce water consumption, improve freshness and softening of bread tissue due to the interaction of hydrocolloids with water and reducing water retention during cooking and was thus a positive

1 and 2 Associated Professor and Graduate Student, Department of Food Science, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Agronomy, Varamin – Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.
(Corresponding author email address: movahhed@iauvaramin.ac.ir)

effect on the texture of bread. According to results, adding HPMC gum in level of 0.75 and 1% causes the staling time to reduce in three 24, 48 and 72 hours after cooking baguette bread containing gum (by sensory and device**)** compare to the treatment C. Furthermore, adding HPMC gum increases the volume of baguette bread samples containing gum compare to the instance treatment (C). Volume increasing is because of hydrophilic properties of gum that improve dough spread and maintenance of CO_2 gas.

Conclusion: According to the results, treatments containing 1% HPMC gum had the highest water content and fiber. The amount of ash and protein in the samples containing hydroxy propyl methyl cellulose to the instance samples had a slight increase, but this difference was not significant. On the other hand treatment containing 1% gum had the highest dough yields and the control sample had the lowest. Also, yields decreased with increasing gum than the control bread. Other treatments containing 1% gum had the highest privilege organoleptic than other treatments. Also according to the staling test results in sensory and device method, at intervals 24, 48 and 72 hours after baking, treatment with 1% gum has the lowest time of staling. Also treatment containing 1% gum had the most volume and the control the lowest one.

Key words: Celiac, Gluten free bread, Hydroxy propyl methyl cellulose.